

Bab 1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Teori kontrol modern sekarang ini berkembang dengan baik untuk memberikan perancangan dalam mensintesis sistem kontrol secara praktis. Selain itu, munculnya komputer yang cepat dan kuat, serta paket perangkat lunak yang dapat diandalkan, telah mengurangi beban komputasi untuk merancang dan menerapkan pengendali yang dapat bekerja secara optimal.

Rotary inverted pendulum adalah sistem yang tidak stabil, nonlinier, multivariabel, dan dapat dianggap sebagai masalah kontrol yang sering dipelajari pada kontrol modern saat ini. Sistem ini terdiri dari sebuah kereta yang bergerak sepanjang track yang tidak terbatas pada gerak linear dan gerak batang yang dipasang pada kereta. Pada *chassis* dan batang (*rod*) dihubungkan dengan sebuah engsel. *Chassis* dilengkapi dengan sebuah motor yang menerima tegangan untuk menggerakkan motor sehingga dapat menggerakkan batang (*rod*).

Pengendalian pada *rotary inverted pendulum* terdiri dari tiga aspek. Aspek pertama yang diteliti secara luas adalah kontrol ayunan pendulum terbalik (*swing-up*). Aspek kedua adalah stabilisasi pendulum terbalik. Aspek ketiga adalah pelacakan kendali pendulum terbalik (*tracking*).

Masalah pada *rotary pendulum terbalik* merupakan salah satu masalah yang paling penting dalam teori kontrol dan telah dipelajari dalam literatur kontrol. Ada beberapa masalah yang harus dipecahkan dalam mengendalikan pendulum terbalik, seperti mengayunkan dan menangkap pendulum dari posisinya yang stabil ke posisi tegak yang tidak stabil, dan kemudian menyeimbangkan pendulum pada posisi tegak selama gangguan, dan selanjutnya memindahkan batang (*rod*) ke posisi tertentu.

Pada penelitian sebelumnya, Ooi (2003) menerapkan konfigurasi filter Kalman dengan menggabungkan sensor giroskop piezo dan sebuah inklinometer untuk mendapatkan perkiraan yang akurat dari sudut kemiringan beserta

turunannya. Tujuan dari penelitian tersebut yaitu untuk memeriksa kesesuaian sistem kontrol linier seperti pengatur kuadrat linier dan mengendalikan penempatan tiang dalam menstabilkan sistem. Browning (2004) mempresentasikan sebuah penelitian baru yang disebut *Segway Soccer*, dengan menyelidiki koordinasi tim robot manusia yang dibentuk secara dinamis. Salerno dan Angeles, (2004), mempresentasikan sebuah kontrol multivariabel dengan umpan balik keadaan terdiferensiasi pada robot semi-otomatik, robot semi-otonom, dan robot *self-balancing*. Pada analisis stabilitas robot tersebut digunakan pengujian berdasarkan metode linierisasi Lyapunov. Kim (2005) membahas peningkatan kemampuan mengemudi di lantai dari kendaraan otonom terbalik atau pendulum dengan tipe kendaraan roda dua berdasarkan dinamika mekanisme robot dengan menggunakan pemodelan dinamis. Kane Randal (2005) menerapkan gagasan strategi pengendalian sistem nonlinier, dimana dua jenis sensor semikonduktor digunakan untuk memberikan informasi kemiringan kepada robot. Sensor semikonduktor yang digunakan adalah giroskop dan akselerometer[7].

Tujuan pengontrolan pada sistem *rotary inverted pendulum* pada umumnya adalah menstabilkan pendulum tetap pada posisi tegak dengan cara menggerak-gerakkan lengan yang terpasang pada motor mengikuti arah tegaknya pendulum. Hal ini dapat diilustrasikan sebagaimana seorang pemegang tongkat yang harus menyeimbangkan sebuah tongkat pada ujung jari-jarinya. Pada kondisi tersebut ia harus memperhatikan gerakan tongkat untuk menentukan kapan tongkat tersebut bergerak ke bawah kemudian tepat pada saat tersebut ia harus menggerakkan tangannya sesuai dengan gerakan tongkat tersebut. Analog dengan ilustrasi diatas, dalam sistem pendulum terbalik harus diperhatikan sudut pendulum dan posisi kereta dan dengan *feedback controller* akan ditentukan voltase dari motor yang akan menggerakkan kereta melintas pada track dengan tetap mempertahankan posisi pendulum dalam keadaan tegak.

Hal yang paling penting pada perancangan *rotary inverted pendulum* adalah sistem bekerja dengan stabil. Sistem kontrol yang baik sangat diperlukan agar dapat mencapai kestabilan yang diinginkan. Selain kestabilan, sistem kontrol harus cukup cepat dan menunjukkan peredaman yang baik. Suatu sistem kontrol

harus mampu memperkecil kesalahan sampai nol atau sampai pada suatu harga toleransi[5,14].

Proporsional (P) adalah salah satu teknik kontrol yang optimal, yang memperhitungkan keadaan sistem dinamis dan masukan kontrol untuk membuat keputusan pengendalian yang optimal. Status sistem nonlinier diumpankan ke proporsional yang dirancang menggunakan model ruang keadaan linier. *Rotary inverted pendulum*, sistem nonlinear yang tidak stabil, digunakan sebagai patokan untuk menerapkan metode kontrol. Disini tujuan pengendaliannya adalah untuk mengendalikan sistem sehingga *rotary inverted pendulum* dapat mencapai posisi yang diinginkan dan dapat stabil dalam posisi tegak lurus. dengan cara menggerakkan gerakan *rod* dari satu posisi ke posisi yang lain sehingga state dari sistem tetap berada di sekitar titik equilibrium 0 (titik asal). Jika sistem kontrol yang telah dirancang dapat memenuhi persyaratan di atas, maka diharapkan suatu sistem dapat bekerja dengan baik pula.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperlukan penelitian tentang “ perancangan dan pengontrolan *rotary inverted pendulum* menggunakan kontroler proporsional (P) ” dimana pada penelitan ini akan membahas tentang bagaimana mendesign kontroler proporsional untuk mengatasi masalah pada kestabilan dan pergerakan *rotary inverted pendulum*.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini yaitu:

1. Bagaimana merancang bagian mekanik dan *electrical* dari sistem *rotary inverted pendulum*.
2. Bagaimana kontroler proporsional (P) bekerja pada *rotary inverted pendulum*.
3. Bagaimana kinerja kontroler proporsional (P) terhadap posisi yang telah ditentukan pada *rotary inverted pendulum* berdasarkan waktu naik dan waktu keadaan mantap.

4. Berapa lama waktu respon kontroler proporsional (P) pada *rotary inverted pendulum*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah

1. Merancang bagian mekanik dan *electrical* pada *rotary inverted pendulum*.
2. Mendesign kontroler proporsional (P) yang mampu bekerja dalam menentukan keseimbangan pada *rotary inverted pendulum*.
3. Menganalisa kinerja dari sistem kontroler proporsional (P) dan menentukan nilai proporsional terbaik untuk sistem *rotary inverted pendulum*.

1.4 Manfaat

1. Tugas akhir ini dapat memberikan gambaran tentang konsep dasar perancangan kontroler proporsional (P) pada *rotary inverted pendulum*.
2. Penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam pengembangan pengendali pada *rotary inverted pendulum* sehingga kedepannya dapat dikembangkan pengendali proporsional yang memiliki kinerja yang lebih baik.
3. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat dicoba untuk menerapkan kontroler proporsional untuk stabilitas pada *plant* yang lain.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah agar pembahasan tidak keluar dari topik. Adapun batasan masalah yang akan diangkat:

1. Pada tugas akhir ini dirancang kontroler proporsional (P) pada *rotary inverted pendulum* berdasarkan waktu naik dan waktu keadaan mantap yang telah dirancang.

2. Kontroler yang dirancang dapat beroperasi pada posisi yang telah ditentukan.
3. Kontroler proporsional dirancang dan disimulasikan dengan bantuan perangkat lunak arduino dan matlab.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan adalah langkah langkah dalam pembuatan tugas akhir. Tujuannya adalah untuk mempermudah dan memperjelas penyampaian informasi dan pembahasan masalah, dengan susunan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi tentang latar belakang penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka yang berisi teori dasar yang mendukung penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian berisikan tentang langkah-langkah beserta penjelasan mengenai penelitian yang dilakukan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan ini berisikan analisa dan penelitian ini.

BAB V : PENUTUP

Penutup berisikan beberapa kesimpulan dan saran yang bisa ditarik dan disampaikan yang didasari dari hasil dan pembahasan penelitian ini.

